

## 2次元アレイ光源と2軸スキャンによる化学イメージ センサの高画素化

著者	柴山 享佑
雑誌名	東北大学電通談話会記録
巻	89
号	1
ページ	344-345
発行年	2020-08-31
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/00129139">http://hdl.handle.net/10097/00129139</a>

修士学位論文要約（令和2年3月）

## 2次元アレイ光源と2軸スキャンによる化学イメージセンサの高画素化

柴山 享佑

指導教員：吉信 達夫， 研究指導教員：宮本 浩一郎

## Increasing the number of pixels in a chemical image sensor using a two-dimensional array light source and two-axis scanning

Kyosuke SHIBAYAMA

Supervisor: Tatsuo YOSHINOBU, Research Advisor: Ko-ichiro MIYAMOTO

LAPS (Light-addressable potentiometric sensor) is a kind of semiconductor chemical sensor. By measuring the magnitude of the AC photocurrent flowing in the external circuit in response to the intensity-modulated light irradiated on the sensor plate, the proton concentration in the target solution can be measured. In LAPS, the measured region is defined by the light, and thus, an image of proton concentration on the sensor surface can be obtained by two-dimensionally scanning the light beam.

In this study, a multi-point simultaneous irradiation head was developed for this multi-point simultaneous measurement method by incorporating an array of ball lenses arranged two-dimensionally in the head. Each ball lens can focus the light into a small diameter, and it is easy to reduce the diameter of the spot irradiated on the sensor. Furthermore, an accurate arrangement of the spots can be easily realized by arrangement of the ball lenses. Using the developed measurement system, we succeeded in acquiring an image with a resolution of  $125 \times 125 \mu\text{m}^2/\text{pixel}$  at a maximum of  $80 \times 80$  pixels in a  $10 \times 10 \text{ mm}^2$  area. This measurement system was able to acquire images about 7 times faster than the measurement system using a single light source. We found the possibility of further increasing the number of pixels and speed of LAPS measurement.

## 1. はじめに

LAPS(Light addressable potentiometric sensor)は半導体化学センサの一種である。強度変調された光をセンサ基板に照射した時に外部回路に流れる交流光電流の大きさを計測することで、対象溶液の水素イオン濃度を測定できる[1]。よって、光源を2次元走査することで、センサ表面上の水素イオン濃度分布像を取得することができる。LAPS測定の高速度化手法として、異なる周波数で変調した複数の光ビームを同時に照射して測定を行う多点同時測定法がある[2]。光ガイドとしてバンドルファイバを用いた従来の測定系では、複数の光源スポットの正確な配列が困難であることや、スポット径が大きく空間分解能が制限されるといった問題があった。

そこで本研究では、ボールレンズの集束機構を組み込んだ多点同時照射ヘッドを新しく開発し、先に述べた問題点を克服した。このヘッドを組み込んだ新しい測定システムにより、LAPS 測定のさらなる高画素化・高速度化を目指した。

## 2. ボールレンズによる光の集束と多点同時照射ヘッドの開発

ファイバからの出射光は2個のボールレンズによって集束させることが可能である。光入射してきた1個目のボールレンズにより光を平行にし、2個目のボールレンズで光を集束させる(図1)。この集束機構を2

次元アレイ状に配置した多点同時照射ヘッドの模式図を図2に示す。ヘッドはボールレンズのアレイとファイバ接続治具の2つのパーツを組み合わせることで構成され、高精度に配列された微小スポットをセンサ裏面に照射する役割を果たす。このヘッドにより、多点同時照射によるスキャン機構を実現した。

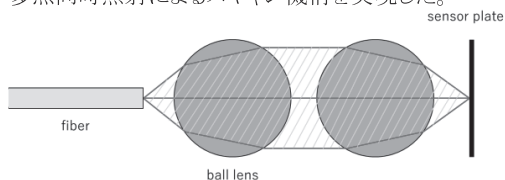


図1 ボールレンズによる光の集束の原理図

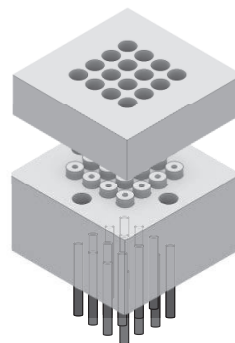


図2 多点同時照射ヘッド

### 3. 測定システムの構築

図 3 に測定システム全体の概略図を示す。データ処理と光源の変調は PC と FPGA によってそれぞれ制御し、FPGA によって光源の同時変調を行い、多点同時照射ヘッドを介して、センサに照射し、PC の Lab VIEW プログラムと DAQ デバイスにより交流光電流波形の収録を行う。照射位置を変更しながら、この動作を一定回数行うことで電流値の 2 次元分布を取得する。

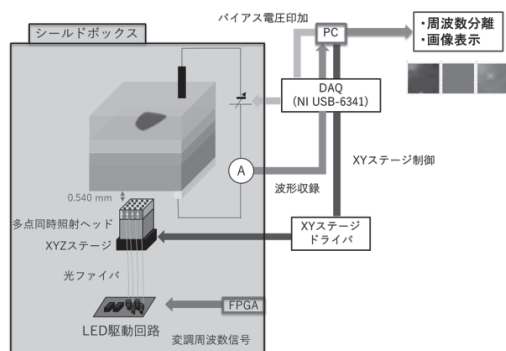


図 3 測定システムの概略図

### 4. 測定システムの評価

図4に本測定システムによるI-V測定の結果を示す。16 点同時に I-V 特性曲線が取得できた。また、測定溶液の pH ごとに電流値が線形的に変化することを確認した。

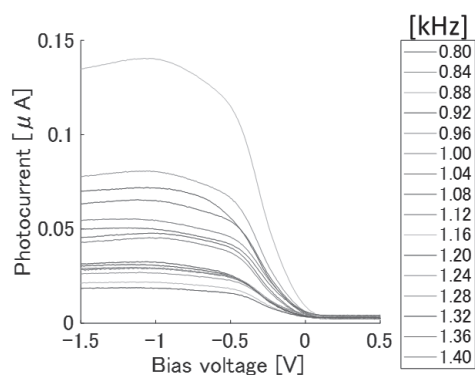


図 4 16 点同時 I-V 測定

図 5 にテストパターンの光学像(左)と 80×80 ピクセルで取得した電流像(右)の比較を示す。測定範囲は 10×10 mm<sup>2</sup>、解像度は 125×125 μm<sup>2</sup>である。4×4 点の多点同時照射ヘッドを用いて、20×20 点をスキャンし、全体として 80×80 ピクセルの電流像を取得した。図 5 より、テストパターンを反映した電流分布を取得できたことが確認できる。

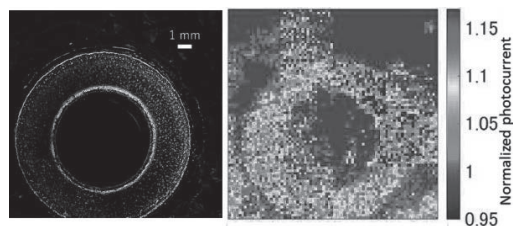


図 5 テストパターンのイメージング

図 6 に本測定システムによる電流像 (下左)と従来のレーザ単一光源システム(下右)による電流像の比較を示す。どちらもテストパターン(上)を反映した電流像を取得できた。測定時間は本測定システムでは 49 秒、単一光源システムでは 338 秒であり、約 7 倍の速さで測定を行うことができた。

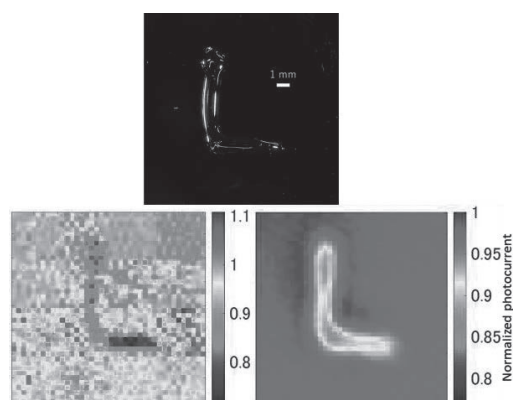


図 6 単一光源システムとの比較

### 5. まとめ

本研究では、ボールレンズの集束機構を組み込んだ多点同時照射ヘッドを開発し、新しい測定システムを構築した。構築した測定システムにおいて、10×10 mm<sup>2</sup>の範囲を最大 80×80 ピクセル、125×125 μm<sup>2</sup>/pixel の解像度で電流像の取得に成功した。単一光源システムと比較して約 7 倍の速さでイメージングを行うことができた。本研究により、LAPS 測定のさらなる高画素化・高速化の可能性を見出した。

### 文献

- [1] D.G.Hafeman, J.W.Parce, H.M.McConnell, 'Light-Addressable Potentiometric Sensor for Biomedical System', Science, VOL.240, 1182-1185(1988)
- [2] Q.Zhang, W.Ping, W.Parak, M.George, G.Zhang, 'A novel design of multi-light LAPS based on compensation of frequency domain', Sensor and Actuators B, 73, 152-156(2001)